

팽이버섯의 톱밥제거가 저장중 품질에 미치는 영향

조숙현, 이상대, 이현욱, 김낙구, 류재산, 이동선*
경남농촌진흥원, *경남대학교 식품공학과

Effects of Sawdust Removal on Root Part Enoki Mushroom(*Flammulina velutipes*) on Quality during Storage

Sook-Hyun Cho, Sang-Dae Lee, Hyun-Uk Lee, Nak-Goo Kim,
Jae-San Ryu, Dong-Sun Lee*

Gyeongnam Provincial RDA, Chinju, Kyungnam
*Department of Food Engineering, Kyungnam University

Abstract

The effects of temperature(0, 5, 10°C), sawdust removal on root part and packaging conditions on the respiration and keeping qualities were evaluated. Higher respiratory activity, weight loss and stipe elongation were observed at higher temperature. Removal of sawdust part slowed down the rate of stipe elongation with little effect on the respiration rates, and therefore improve the quality preservation. The modified atmosphere packaging of 100 g mushroom using hermetically sealing by 30 μ m polypropylene (CPP) and low density polyethylene (LDPE) films were effective in preserving the quality such as visual appearance and Hunter L value, and reducing weight loss at 0°C, 5°C and 10°C compared to perforated packages.

Key words : enoki mushroom, sawdust, perforated package, MAP

서론

팽이버섯(*Flammulina velutipes*(Curtis : Fries) Singer)은 분류학적으로 담자균류의 주름버섯목(*Agaricales*) 송이과(*Tricholomataceae*)에 속하며 winter mushroom 또는 golden mushroom이라 하고 일본을 비롯한 아시아지역에서 인기가 높은 저온성 버섯이다(1).

국내에서 톱밥을 이용한 팽이버섯의 병 재배는 1990년대 초부터 일반농가에 보급되기 시작하면서 정부지원에 힘입어 재배면적이 매년 급증하여 1996년 현재 170농가에서 연간 7,743톤을 생산하고 있는데 재배농가의 생산규모가 날로 대형화되는 추세에 있다(2).

버섯은 향미가 좋고 영양가도 풍부하나 수분이나 질소화합물의 함량이 많아 변질되기 쉽고 조직이 연하여 미생물의 번식이 용이하며(3), 호흡작용이 왕성하여 생체상태로서는 유통에 많은 제약성을 가진다(4). 특히, 홍수출하시 물량조절이 되지 않으면 가격의 변화가 매우 심하여 농가소득에 큰 영향을 미친다(5). 따라서 생산량의 증대와 함께 유통 중 버섯품질의 유지를 위한 포장기술의 개발이 필요하며 적절한 포장 및 유통저장방법의 개발을 팽이버섯에 적용함으로써 신선도를 향상시킬 수 있는 방법의 모색이 필요한 것으로 생각된다.

버섯의 저장 방법으로서 저온저장(6), CA저장(7,8), MA저장(9,10), 감마선(γ -ray)조사에 의한 선도유지(11), 진공예냉(12), 핀홀(pin-hole)을 이용한 방법(13), 버섯자루를 절단하는 방법(14) 등이 있으나 대부분이

Corresponding author : Sook-Hyun Cho, Gyeongnam provincial RDA 1085-1, Chojang-dong, Chinju, Kyungnam, 660-360, Korea

양송이와 표고버섯에 관한 연구이다.

팽이버섯의 저장에 관한 연구는 송 등(15)이 팽이버섯을 랩트레이에 포장하여 1°C에 저장했을시 15일까지 선도가 유지된다고 하였고, 지 등(16)은 방담필름 포장후 0~2°C 저장시 28일간 선도를 유지한다고 하였으며, 황 등(17)은 진공포장한 팽이버섯 10°C에서 9일간 품질보존이 가능한 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 팽이버섯의 선도유지와 저장기간 연장을 위해 뿌리 부분의 톱밥 제거가 팽이버섯의 저장성에 미치는 영향을 조사하고 저장 온도에 따른 팽이버섯의 품질 변화를 측정하여 선도 유지와 저장기간 연장의 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 진주시 인근에 있는 버섯 재배 농가에서 수확한 것을 바로 실험실에 옮겨 0, 5, 10°C에서 30분간 예냉한 뒤 실험에 사용하였다.

필름 포장재의 가스투과도 측정

팽이버섯의 환경기체조절포장에 사용될 수 있는 포장필름을 구하여 이들의 산소 및 이산화탄소 투과도를 0, 5, 10°C에서 측정하였다. 투과도의 측정은 Karel 등(18)의 quasi-isostatic method를 따랐다. 즉, 측정 셀의 한 부분을 100% O₂나 CO₂로 흘려보내면서 필름에 의해 분리된 또다른 공간으로 필름을 통과하여 가스가 투과하게 되는데 이 투과되는 가스의 양을 gas chromatograph(Hitachi Model 163, Hitachi사, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

포장필름을 투과한 가스의 양을 시간의 함수로 도시하여 얻은 기울기 s 로부터 다음 방정식(1)에 의하여 투과도를 계산하였다.

$$P = \frac{s}{A \Delta p} \dots\dots\dots(1)$$

여기서 P 는 포장필름의 투과도($m\ell/m^2 h atm$), s 는 투과곡선의 직선부분의 기울기($m\ell/h$), A 는 필름의 표면적(m^2), Δp 는 포장필름 양면사이의 분압의 차이(atm)이다. 가스 투과도는 단위면적당 단위 압력의 차이에 대해서 단위 시간 당 투과되는 가스의 속도로써 $m\ell/m^2 h atm$ 의 단위로 나타내었다. 필름의 투과

도 실험은 2회 반복으로 측정하였으며, 필름의 두께는 micrometer(Mituto Co. Japan)에 의해서 측정하였다.

팽이버섯의 포장 및 저장

팽이버섯을 톱밥을 제거한 것과 제거하지 않은 것으로 나누어 크기 14×18 cm인 두께 $30 \mu m$ 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene, 대립비닐, LDPE) 봉지에 100 g 단위로 열접착 포장하였다. 필름에 직경 1 mm의 핀홀 4개를 뚫어서 포장내의 기체조성은 공기조성과 비슷하게 하고자 하였다. 그리고 톱밥을 제거한 팽이버섯 100 g을 두께 $30 \mu m$ 폴리프로필렌(cast polypropylene, (주)서통, CPP)과 두께 $30 \mu m$ LDPE에 담아 0°C, 5°C, 10°C의 냉장고에 저장하였다. 냉장고의 습도는 80~90%로 유지되었으며 시간의 경과에 따라서 포장내 기체조성을 gas chromatograph로 측정한 후, 이러한 밀봉된 포장에서의 팽이버섯의 품질을 위에서 제조된 통기성 포장에서의 팽이버섯의 품질과 비교하였다.

품질변화 측정

포장내 가스농도 측정은 저장기간에 따라 3개씩의 버섯 포장을 꺼내어 포장내의 가스 1 ml를 기밀성 syringe로 샘플링하여 gas chromatography(Hitachi Model 163, Hitachi사, Tokyo, Japan)에 의하여 분석하였다. 분리 column으로는 CTR I packed column(Alltech Associates, Inc., Deerfield, IL, U.S.A)을, carrier gas로는 헬륨을, detector로는 TCD를 사용하였다. oven 온도는 40°C 이고, injector 온도는 70°C, detector 온도는 90°C로 조절하였다. 중량감소율은 저장전 팽이버섯의 중량변화를 측정하여 포장개봉 후 저장 전 초기중량에서 저장 후 중량을 뺀 중량감소를 초기 중량에 대한 백분율로 나타내었다. 자루의 신장을 측정은 Minamide 등(6)의 방법에 따라 저장중 늘어난 자루 길이를 측정하고 이를 초기 자루의 길이로 나눈 비율로 나타내었다. 팽이버섯의 육안적 품질평가에서 신선하고 버섯 고유의 색과 향을 가진 품질을 +++의 상태로, 초기에 비하여 품질에는 차이가 없으나 선도가 약간 저하된 품질을 ++의 상태로, 버섯표면이 약간 변색되고 것이 다소 개일 되었으나 판매가능한 정도의 품질을 +의 상태로, 버섯의 변색, 조직연화, 이취 등이 심하여 먹을 수 없는 품질을 -의 상태로, 변색, 조직연화, 이취 등 아주 심한 상태의 품질을 -로 판정하였다. 색도는 팽이버섯을 가지런히 편 후 색도계(TC-3600, Tokyo Denshoku Co., Ltd, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)값을 3회 반복 측정하였다.

결과 및 고찰

뿌리부분의 톱밥제거가 팽이버섯의 저장성에 미치는 영향

자루의 신장율은 팽이버섯의 상품적 가치를 평가 하는데 있어서 중요한 평가 인자로서 일반적으로 품질이 아주 양호한 상태의 팽이버섯은 자루의 신장이 많이 발생하지 않은 신선한 상태의 버섯을 의미하고 보통의 품질로 판단되는 팽이버섯의 품질조건은 자루의 신장과 변색이 진행된 상태를 말하며, 불량한 팽이버섯의 품질상태는 자루의 신장, 변색, 개열이 심하게 진행된 상태를 의미한다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 통기성 LDPE에 포장된 팽이버섯의 자루 신장율은 0℃에서 14일에 톱밥있는 버섯은 1.3%, 톱밥없는 버섯은 0.5%이었고, 5℃에서는 10일에 톱밥있는 버섯은 1.2%, 톱밥없는 버섯은 0.5%이었으며, 10℃에서는 10일에 톱밥있는 버섯은 2.5%, 톱밥없는 버섯은 1.5%를 나타내었다. 즉, 10℃에 저장된 버섯이 저장기간 중 가장 높은 값을 나타내었고 0℃ 저장 시료가 가장 낮은 값을 보였다. 그리고 톱밥을 제거한 경우가 뚜렷이 낮은 자루 신장율을 나타내었다.

팽이버섯은 생산과 판매시 중량손실을 피하기 위해 톱밥을 제거하지 않는 경우가 대부분이다. 하지만 톱밥을 제거함으로써 Fig. 1에서와 같이 자루의 신장을 억제할 수 있으므로 톱밥을 제거해 주는 것이 품질 및 신선도를 좋게 할 수 있으며 아울러 소비지역의 쓰레기 발생량 감소와 저장기간 중 미생물 오염도 감소의 효과와 같은 추가적인 이점도 얻을 수 있을 것으로 생각된다. Ajlouni 등(14)은 양송이 버섯

의 자루 절단은 수확 후 호흡률 혹은 미생물 성장에 영향을 미치지 않으면서 갓의 개열과 색택변화를 억제할 수 있어서 유통 저장 기간을 연장시킬 수 있다고 보고하였다.

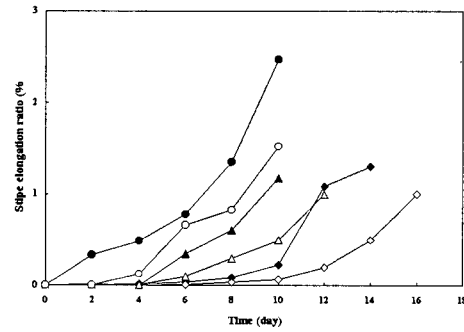


Fig 1. Changes in stipe elongation of enoki mushrooms packaged in LDPE film at 0℃, 5℃ and 10℃.

◆-◆ : With sawdust, 0℃; ◇-◇ : Without sawdust, 0℃; ▲-▲ : With sawdust, 5℃; △-△ : Without sawdust, 5℃; ●-● : With sawdust, 10℃; ○-○ : Without sawdust, 10℃.

따라서 팽이버섯의 경우에도 자루의 신장 면에서 톱밥을 제거하는 것이 품질 및 신선도를 좋게 할 수 있는 것으로 판단되었으며, 이후의 본 연구에서는 톱밥을 제거한 시료를 대상으로 실험을 수행하였다.

저장온도조건에 따른 팽이버섯의 저장성

팽이버섯은 중량감소, 갓의 개열, 색도의 변화, 냄새 및 외관 등에 의해 신선도가 평가되며 이러한 품질기준에 의해 저장 한계 기간이 결정된다(5).

Table 1. Visual quality of enoki mushroom stored at 0℃, 5℃ and 10℃

Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	5	10	15	20	
0	Perforated LDPE	+++	++	+	-	--	
	CPP	+++	+++	++	++	+	
	LDPE	+++	+++	+	-	-	
Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	3	6	9	12	15
5	Perforated LDPE	+++	+	-	-	-	--
	CPP	+++	++	++	++	++	+
	LDPE	+++	++	++	++	+	-
Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	2	4	6	8	10
10	Perforated LDPE	+++	++	-	-	-	-
	CPP	+++	+++	++	++	+	+
	LDPE	+++	+++	++	++	+	-

* +++ : excellent, ++ : very good, + : good, - : poor, -- : very poor.

본 연구에서는 팽이버섯의 품질 판정 기준으로서 육안적인 평가를 사용하였다. 신선하고 버섯 고유의 색과 향을 가진 상태를 +++의 상태로, 버섯표면이 약간 변색되고 맛이 다소 개열되었으나 판매가능한 정도의 품질을 +의 상태로 보고 이 때를 저장한계기간으로 결정하였다. Table 1에서 와 같이 통기성 포장의 경우를 보면 10℃에서 2일, 5℃에서 3일, 0℃에서 10일의 저장가능기간을 보여서 저온 조건에서 현저히 신선도가 향상되고 저장기간이 연장됨을 알 수 있고, 밀봉한 CPP 포장이 LDPE 포장에 비해서 신선도가 좋았다. 그리고 -의 상태는 변색 및 품질열화 등 상태가 아주 좋지 못하므로 0℃의 경우 15일 이후, 5℃에서는 12일 이후의 품질 변화 즉, 포장 내 가스조성, 중량감소를, Hunter L, a, b값은 측정하지 않았다.

일반적인 신선 농산물의 저장원리는 저온장해를 받지 않는 범위내에서 가급적 저온을 유지함에 의해 생리적, 미생물적 품질변화는 억제하는 것이다. 팽이버섯도 0℃에서 저온장해 없이 신선한 품질로 가장 오랜기간 저장될 수 있어서, 수확 후 가급적 빨리 0℃부근으로 냉각시키고 이 온도에서 저장시키는 것이 품질유지와 저장기간 유지에 크게 도움이 될 것으로 판단된다. 그러나 현실적인 유통환경에서는 이러한 0℃조건의 유지가 이루어지고 있지 않는 경우가 많으며, 이때 품질변화의 속도가 상대적으로 빠르고 유통기간에 제한이 있게 된다. 따라서 이러한 현실적인 조건에서는 환경 기체 조절 포장의 추가적인 적용에 의해 신선도 유지와 유통기간의 연장이 필요한 것으로 생각된다.

적절한 기체투과도를 갖는 플라스틱 필름으로 팽이버섯을 밀봉하면 버섯의 호흡과 필름을 통한 기체(산소, 이산화탄소)투과의 상호작용에 의하여 포장내에 낮은 O₂ 농도와 높은 CO₂ 농도를 형성하게 된다. 이러한 밀봉에 의한 환경기체조절포장의 선도유지에 미치는 영향을 보기 위하여 CPP와 LDPE로 포장한 결과는 Table 1과 같으며 신선도 향상에 효과가 있음

을 알 수 있다. 0℃, 5℃, 10℃ 모든 온도에서 환경기체조절포장은 선도유지에 유익하게 효과적이었으며, LDPE에 비하여 CPP 포장이 더 효과적이었다.

환경기체조절포장에 의한 선도보존의 가능성

Table 2에서는 팽이버섯의 밀봉포장에 이용된 CPP 및 LDPE 필름의 가스투과도를 나타내고 있다. CPP 필름이 LDPE 필름에 비해서 상당히 낮은 O₂ 및 CO₂ 투과도의 범위를 보여주며 O₂ 투과도에 대한 CO₂ 투과도의 비에서도 낮은 값을 보여주고 있다. 이러한 가스투과도의 영향과 팽이버섯의 호흡특성의 결과로서 Fig. 2와 같은 포장내 기체조성의 변화를 보여주고 있다. 각각 저장 5일, 3일, 2일부터 CPP 및 LDPE 밀봉포장은 0, 5, 10℃에서 1%이하의 O₂ 농도를 보였으며 15~18%의 CO₂ 농도를 형성시켰다. 그리고 O₂ 농도는 온도가 높을수록 높았다.

1%이하의 O₂ 농도와 높은 CO₂ 농도로 인하여 10℃의 CPP 포장에서는 알콜발효취가 조금 발생되었으며 이는 버섯의 혐기적 호흡대사에 기인한 것으로 판단되며(19), 포장 개봉 후 이러한 발효취는 소멸되었고 버섯의 소비에는 문제가 되지 않는 것으로 판단되었다. 반면에 통기성 LDPE 포장은 편황에 의한 통기성으로 인하여 10~15%의 높은 O₂농도와 5~8%의 낮은 CO₂ 농도를 보였다. 그리고 이 포장은 품질변화가 빨라서 0℃에서 20일, 5℃에서 15일 저장하였을 때 버섯의 부패변질이 심하여(Table 1), 포장 기체조성 및 다른 품질의 측정이 불가능하였다. 따라서 Fig. 2에 그 데이터를 제시하지 않았다.

저장기간에 따른 포장된 팽이버섯의 중량감소율은 Fig. 3과 같다. 0℃에서 저장 15일에 CPP포장은 2.4%, LDPE 포장은 2.6%, 통기성 LDPE 포장은 2.9%의 중량감소를 보였으며, 5℃에서 저장 12일에 CPP 포장 2.4%, LDPE 포장 2.4%, 통기성 LDPE 포장 3.0%의 중량감소를 보였으며, 10℃에서 저장 10일에 CPP 포장 2.6%, LDPE 포장 2.4%, 통기성 LDPE 포장 2.9%의 중량감소를 나타내었다. 저장온도가 높을수록

Table 2. O₂ and CO₂ permeabilities of available plastic films at 0℃, 5℃ and 10℃

Temperature (°C)	Film	Thickness (μm)	Gas permeability (ml μm/m ² h atm)		Ratio of CO ₂ permeability to O ₂ permeability
			O ₂	CO ₂	
0	LDPE	30	55.5	286.4	5.2
	CPP	30	21.7	64.3	3.0
5	LDPE	30	45.5	205.8	4.5
	CPP	30	27.3	88.3	3.2
10	LDPE	30	131.7	645.0	4.9
	CPP	30	46.2	132.7	2.9

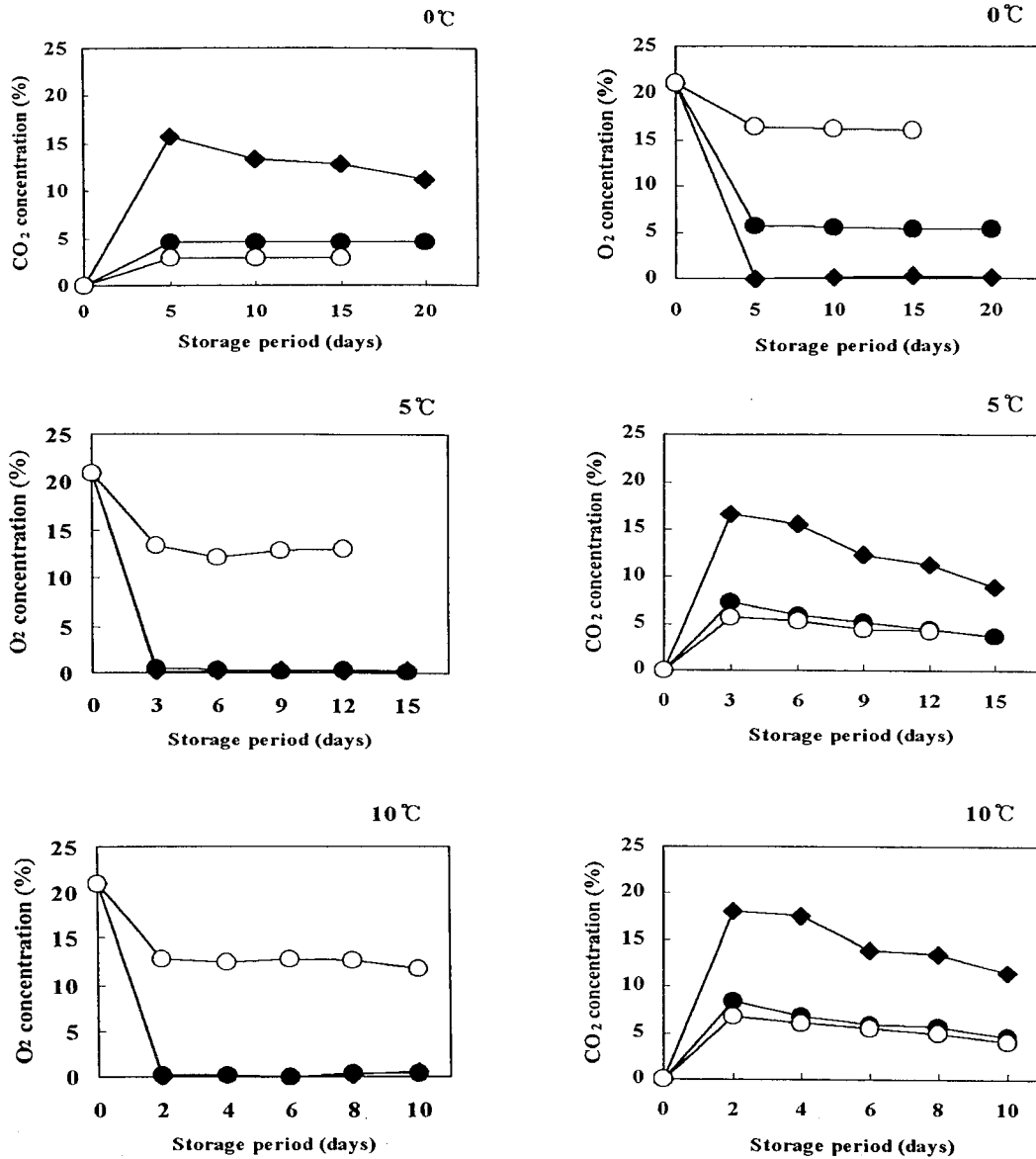


Fig 2. Changes in gas compositions inside packages of enoki mushrooms at 0°C, 5°C and 10°C.
 ◆-◆ : Hermetically sealed CPP package; ●-● : Hermetically sealed LDPE package; ○-○ : Perforated LDPE package.

중량감소가 큰 것으로 관찰되었으며, 밀봉된 포장이 통기성 포장에 비해 중량감소가 작아서 품질유지에 효과적임을 보였다. 이는 밀봉에 의한 외부로의 수분 이동의 감소와 버섯의 호흡 및 생리작용의 억제에 의한 것으로 생각되었다. 저장중 버섯의 중량이 감소

되는 주요 원인으로 Hammond(20) 등은 버섯조직의 수분증발, 저장 중 호흡에 의한 탄수화물의 분해, 대사에 의한 비구조 다당류 농도의 감소 등에 의한 것으로 보고하였으며, 심한 중량감소는 조직의 수축, 외관의 변형, 영양성분의 감소를 초래하기 때문에 품

질저하의 매우 커다란 원인으로 생각되었다.

백색도를 나타내는 Hunter 색차계의 L값은 버섯의 색택을 나타내는 지표로 많이 사용되는데 팽이버섯의 포장 및 저장온도에 따른 그 변화는 Fig. 4와 같고, a값과 b값은 Table 3과 Table 4에 나타내었다. 팽이버섯의 저장전 L값은 65.1로 그 색택이 백색에 가까웠으나 저장기간의 경과에 따라 황색이 가미되는 갈변현상이 나타났고 조적이 연화되었다. 0, 5, 10°C 모든 온도에서 L값은 저장기간에 따라 전반적으로 완만하게 감소하는 경향을 나타내었고 LDPE 밀봉포장보다 CPP 밀봉포장에서 L값의 변화가 작게 나타났으며 a값과 b값도 전반적으로 저장기간에 따라 완만하게 감소하였다. Gormley(21)는 양송이 버섯에 있어

서 L값이 80미만이면 도매용을 적합하지 않으며, 69미만일 경우 소매용으로도 적합치 않다고 보고한 바 있다. 본 실험에서는 팽이버섯의 저장전 L값이 65.1 정도로 나타나서, 양송이와 팽이버섯과는 L값 기준이 다를 수 있으며, 팽이버섯의 경우 L값이 60이하일 때 육안으로 품질저하를 쉽게 인지할 수 있었다. 본 실험에서 통기성 포장은 밀봉포장에 비해 낮은 이산화탄소 농도와 높은 산소농도를 보이고 L값의 감소가 컸다. 버섯의 표면색택 변화는 주로 갈변효소에 의한 페놀물질의 산화에 의한 것으로 이 효소는 산소와 온도에 의해 크게 영향을 받아서(17) 온도가 높고 산소농도가 높은 저장 및 포장 조건에서 L값의 감소로 나타난 갈변을 촉진하게 된다. 반면에 Nichols

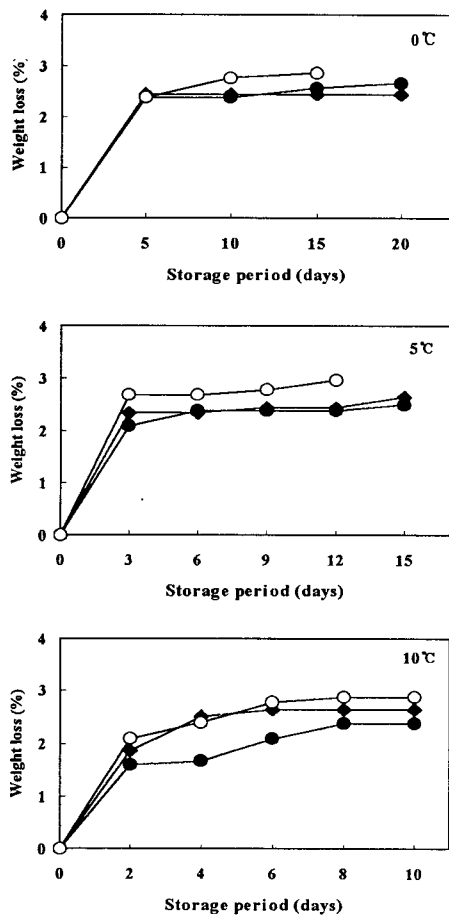


Fig 3. Changes in weight loss of enoki mushrooms stored at 0°C, 5°C and 10°C.

◆-◆ : Hermetically sealed CPP package; ●-● : Hermetically sealed LDPE package; ○-○ : Perforated LDPE package.

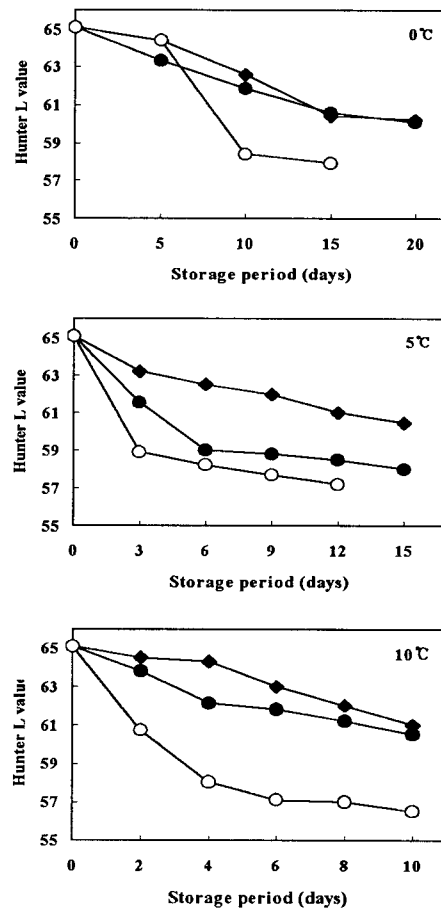


Fig 4. Changes in Hunter L value of enoki mushrooms stored at 0°C, 5°C and 10°C.

◆-◆ : Hermetically sealed CPP package; ●-● : Hermetically sealed LDPE package; ○-○ : Perforated LDPE package.

Table 3. Changes in Hunter a value of enoki mushrooms stored at 0°C, 5°C and 10°C

Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	5	10	15	20	
0	Perforated LDPE	-2.1	-1.3	0.2	0.9	-	
	CPP	-2.1	-2.0	-1.3	-1.1	-0.8	
	LDPE	-2.1	-1.8	-0.7	-0.1	0.0	
Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	3	6	9	12	15
5	Perforated LDPE	-2.1	0.2	0.1	1.9	2.3	-
	CPP	-2.1	-1.9	-1.5	-1.1	-1.0	-0.5
	LDPE	-2.1	-1.3	0.1	0.4	0.5	0.7
Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	2	4	6	8	10
10	Perforated LDPE	-2.1	-0.3	0.6	2.0	2.2	2.7
	CPP	-2.1	-2.0	-1.8	-1.4	-1.2	-0.5
	LDPE	-2.1	-1.3	-1.2	-1.0	-0.6	0.0

Table 4. Changes in Hunter b value of enoki mushrooms stored at 0°C, 5°C and 10°C.

Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	5	10	15	20	
0	Perforated LDPE	10.4	10.1	8.6	6.2	-	
	CPP	10.4	10.3	10.1	10.0	9.8	
	LDPE	10.4	10.0	9.5	9.3	9.0	
Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	3	6	9	12	15
5	Perforated LDPE	10.4	9.2	8.9	7.3	7.0	-
	CPP	10.4	10.2	10.1	9.6	9.4	9.2
	LDPE	10.4	9.9	9.5	9.3	9.0	8.8
Temperature (°C)	Package	Storage period (days)					
		0	2	4	6	8	10
10	Perforated LDPE	10.4	9.3	8.2	7.1	7.0	6.9
	CPP	10.4	10.2	10.1	9.9	9.7	9.6
	LDPE	10.4	10.0	9.8	9.7	9.4	9.0

와 Hammond(13)는 양송이 버섯의 PVC포장에 적절한 수의 통기구멍을 뚫어 두면 적절히 변형된 낮은 산소 및 높은 이산화탄소 농도를 형성시켜 내적 갈변을 감소시킬수 있다고 보고하였다.

요 약

팽이버섯의 선도유지와 저장기간 연장을 위한 환경기체조절포장의 적용을 검토하였다. 팽이버섯은 높은 온도에서 호흡속도가 빠르며, 상품적 가치를 평가

하는데 있어서 중요한 평가인자인 자루의 신장율이 톱밥을 제거한 경우가 현저하게 낮았으므로 톱밥을 제거한 처리에서 품질 및 신선도가 향상되는 것으로 나타났다. 100 g 단위를 30 μm CPP와 30 μm LDPE에 의한 밀봉포장한 환경기체조절포장은 0°C, 5°C, 10°C에서 선도유지에 유익하게 효과적이었다. 저장온도가 높을수록 중량감소가 크고, 밀봉된 포장이 통기성 포장에 비해 중량감소가 적어서 품질유지에 효과적이고, L값은 저장기간에 따라 전반적으로 완만하게 감소하였다.

참고문헌

1. Chang, S.T. and Miles, P.G. (1989) Edible Mushrooms and Their Cultivation. CRC press, p. 335
2. 이현옥 (1997) 팽이버섯 갈색무늬병과 황색무늬병의 발생상태, 병원균의 분리동정 및 방제제 탐색. 동아대학교 박사학위논문
3. 포천중균배양소 (1995) 식이 버섯의 자실체 및 균사체를 이용한 가공제품 개발. 농림수산부 연구보고서
4. 남궁배, 김병삼, 김의웅, 정진웅, 김동철 (1995) 진공예냉처리가 포장저장 중 표고버섯의 품질에 미치는 영향. 한국농화학회지, 38(4), 345
5. 지정현, 하태문, 김영호, 주영철 (1996) 저장온도 및 포장방법에 따른 생버섯의 선도유지 효과. 농업논문집, 38(1), 915
6. 南出隆久, 垣生俊夫, 緒方邦安 (1980) 數種キノコの鮮度におよぼす貯藏温度の影響. 日本食品工業學會誌, 27(6), 281
7. Nichols, R. and Hammond, J.B.W. (1973) Storage of mushrooms in pre-packs : the effect of changes in carbon dioxide and oxygen on quality. *J. Sci. Food. Agric.*, 24, 1371
8. Kim, D.M., Back, H.H., Yoon, H.H. and Kim, K.H. (1989) Effect of CO₂ concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. Korean. *J. Food Sci. Technol.*, 21(4), 461
9. 이세은, 김동만, 김길환 (1991) MA저장중 표고버섯(*Lentinus edodes*)의 품질변화에 관한 연구. 한국식품영양학회지, 20(2), 133
10. Halachmy, I.P. and Mannhein, C.H. (1992) Is modified atmosphere packaging beneficial for fresh mushrooms? *Leben-Wiss.u-Technol.*, 25(5), 426
11. 조한옥, 변명우, 권중호 (1984) 방사선 조사와 자연저온에 의한 송이저장. 한국식품과학회지, 16(2), 182
12. Burton, K.S., Frost, C.E. and Atkey, P.T. (1987) Effect of vacuum cooling on mushroom browning. *Int. J. Food Sci & Technology*, 22, 599
13. Nichols, R. and Hammond, J.B.W. (1975) The relationship between respiration, atmosphere and quality in intact and perforated mushroom pre-packs. *J. Food Technol.*, 10, 427
14. Ajlouni, S.O., Beelman, R.B., Thompson, D.B. and Mau, J.L. (1992) Stipe trimming at harvest increases shelf life of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Food Sci.*, 57(6), 1361
15. 송진, 이주찬, 이가순, 황용수 (1993) 과실류 및 버섯 저온저장시험. 충남진흥원 시험연구보고서, p.366
16. 지정현, 하태문, 김영호 (1995) 생버섯류 저장기간 연장시험. 경기도 광주버섯시험장 시험연구 보고서, p. 678
17. 황순배 (1995) 진공포장한 팽이버섯의 저장 중 품질변화. 숙명여대 석사학위논문
18. Karel, M., Issenberg, P., Ronsivalli, L. and Jurin, V. (1963) Application of gas chromatography to the measurement of gas permeability of packaging materials. *Food Technol.*, 17(3), 91
19. 안병학, 신현경 (1992) 버섯류의 유통기간연장 및 적정가공방법에 관한 연구. 한국식품개발연구원 과학기술처 보고서
20. Hammond, J.B.W. (1979) Changes in composition of harvested mushroom(*Agaricus bisporus*). *Phytochem.*, 18(3), 415
21. Gormley, R. (1975) Chill storage of mushrooms. *J. Sci. Food. Agric.*, 26, 401

(1998년 6월 20일 접수)